

Cuadernillo de datos de Química

Primera evaluación: 2016

Edición de 2017 (4.ª versión)

Programa del Diploma Cuadernillo de datos de Química

Versión en español del documento publicado en junio de 2014 con el título
Chemistry data booklet

Publicada en junio de 2014
Edición revisada en julio de 2015 y enero de 2017

Publicada en nombre de la Organización del Bachillerato Internacional, una fundación educativa sin fines de lucro con sede en 15 Route des Morillons, 1218 Le Grand-Saconnex, Ginebra (Suiza), por

International Baccalaureate Organization Ltd (Reino Unido)
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate
Cardiff, Wales CF23 8GL
Reino Unido
Sitio web: www.ibo.org

© Organización del Bachillerato Internacional, 2014

La Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) ofrece cuatro programas educativos exigentes y de calidad a una comunidad de colegios en todo el mundo, con el propósito de crear un mundo mejor y más pacífico. Esta publicación forma parte de una gama de materiales producidos con el fin de apoyar dichos programas.

El IB puede utilizar diversas fuentes en su trabajo y comprueba la información para verificar su exactitud y autoría original, en especial al hacer uso de fuentes de conocimiento comunitario, como Wikipedia. El IB respeta la propiedad intelectual, y hace denodados esfuerzos por identificar y obtener la debida autorización de los titulares de los derechos antes de la publicación de todo material protegido por derechos de autor utilizado. El IB agradece la autorización recibida para utilizar el material incluido en esta publicación y enmendará cualquier error u omisión lo antes posible.

El uso del género masculino en esta publicación no tiene un propósito discriminatorio y se justifica únicamente como medio para hacer el texto más fluido. Se pretende que el español utilizado sea comprensible para todos los hablantes de esta lengua y no refleje una variante particular o regional de la misma.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede reproducirse, almacenarse o distribuirse de forma total o parcial, en manera alguna ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del IB, sin perjuicio de lo estipulado expresamente por la ley o por la política y normativa de uso de la propiedad intelectual del IB. Véase la página <http://www.ibo.org/es/copyright> del sitio web público del IB para más información.

Los artículos promocionales y las publicaciones del IB pueden adquirirse en la tienda virtual del IB, disponible en <http://store.ibo.org>. Las consultas sobre pedidos deben dirigirse al departamento de marketing y ventas en Cardiff.

Correo electrónico: sales@ibo.org

Índice

1. Algunas ecuaciones importantes	1
2. Constantes físicas y conversión de unidades.	2
3. El espectro electromagnético	3
4. Partículas fundamentales	3
5. Nombres de los elementos.	4
6. La tabla periódica.	6
7. Puntos de fusión y ebullición de los elementos (a 101,325 kPa).	7
8. Primera energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad de los elementos.	8
9. Radio atómico y radio iónico de los elementos	9
10. Longitud de enlaces covalentes	10
11. Entalpías de enlace y entalpías medias de enlace a 298 K	11
12. Datos termodinámicos de compuestos seleccionados.	12
13. Entalpías de combustión.	13
14. Estados de oxidación comunes de los iones 3d.	14
15. Serie espectroquímica	14
16. Ligandos	15
17. Círculo cromático	15
18. Entalpías de red a 298 K (valores experimentales)	16
19. Entalpías de soluciones acuosas	17
20. Entalpías de hidratación	18
21. Fuerza de ácidos y bases orgánicos	19
22. Indicadores ácido-base	21
23. Constante de ionización del agua a diferentes temperaturas.	22
24. Potenciales estándar de electrodo a 298 K	23
25. Serie de actividades	24
26. Datos infrarrojos	25
27. Datos de RMN de ^1H	26
28. Pérdida de masa de fragmentos espectrales	27
29. Diagrama triangular de enlaces	28
30. Códigos de identificación de resinas	29

31. Representación de algunas moléculas para materiales	29
32. Constantes de producto de solubilidad a 298 K.	30
33. 2-aminoácidos	31
34. Lípidos, hidratos de carbono y componentes de nucleótidos.	33
35. Vitaminas y pigmentos	35
36. Curva de energía de enlace nuclear	37
37. Representaciones de las moléculas de algunos medicamentos	38
38. Referencias	40

Notas

Este cuadernillo no puede utilizarse en la prueba 1 del examen (P1 del NM y P1 del NS), pero la tabla periódica de la sección 6 estará disponible como parte de dichas pruebas. Los alumnos deben disponer de ejemplares sin marcas ni anotaciones para las pruebas 2 y 3 (P2 del NM, P3 del NM, P2 del NS y P3 del NS).

1. Algunas ecuaciones importantes

Tema	Ecuación
1.3	$pV = nRT$
2.2 y C.4	$c = v\lambda$
5.1	$q = mc\Delta T$
8.3	$pH = -\log_{10} [H_3O^+]$ <p style="text-align: center;">o</p> $pH = -\log_{10} [H^+]$
12.1	$E = h\nu$
15.2	$\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus$
16.2	$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$
16.2	$\ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A$
16.2	$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
17.1	$\Delta G^\ominus = -RT \ln K$
19.1	$\Delta G^\ominus = -nFE^\ominus$
A.5	% de eficiencia atómica = $\frac{\text{masa total del producto deseado}}{\text{masa total de todos los reactivos}} \times 100$
A.8	$n\lambda = 2d \sin \theta$
B.7 y D4	$pH = pK_a + \log \left(\frac{[A^-]}{[HA]} \right)$
B.7	$\log_{10} \frac{I_0}{I} = \epsilon lc$

Tema	Ecuación
C.1	Densidad de energía = $\frac{\text{energía liberada por el combustible}}{\text{volumen de combustible consumido}}$
C.1	Energía específica = $\frac{\text{energía liberada por el combustible}}{\text{masa de combustible consumido}}$
C.3	$N = N_0 e^{-\lambda t}$
C.3 y D.8	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
C.6	$E = E^\ominus - \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln Q$
C.7	$\frac{\text{Velocidad}_1}{\text{Velocidad}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$
D.8	$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$

2. Constantes físicas y conversión de unidades

Constante de Avogadro (L o N_A) = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de los gases (R) = $8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Volumen molar de un gas ideal a PTN = $2,27 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} = 22,7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$

Condiciones PTN = 273 K y 100 kPa

Condiciones PT ambientales = 298 K y 100 kPa

Velocidad de la luz = $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Capacidad calorífica específica del agua = $4,18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} = 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

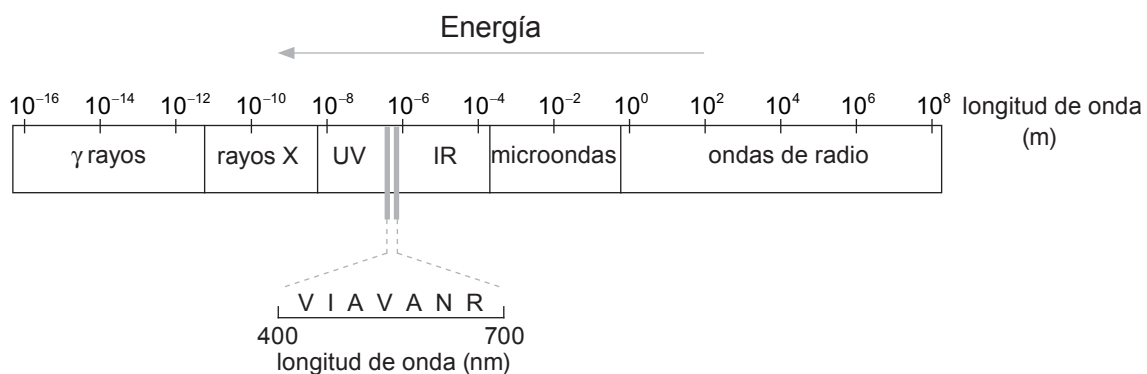
Constante de Planck (h) = $6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$

Constante del producto iónico del agua (K_w) = $1,00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ a 298 K

1 uma = $1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

3. El espectro electromagnético



4. Partículas fundamentales

	Protón	Neutrón	Electrón
Masa (kg)	$1,672622 \times 10^{-27}$	$1,674927 \times 10^{-27}$	$9,109383 \times 10^{-31}$
Carga (C)	$1,602189 \times 10^{-19}$	0	$1,602189 \times 10^{-19}$

5. Nombres de los elementos

Elemento	Símbolo	Número atómico
actinio	Ac	89
aluminio	Al	13
americio	Am	95
antimonio	Sb	51
argón	Ar	18
arsénico	As	33
astato	At	85
azufre	S	16
bario	Ba	56
berilio	Be	4
berkelio	Bk	97
bismuto	Bi	83
bohrio	Bh	107
boro	B	5
bromo	Br	35
cadmio	Cd	48
calcio	Ca	20
californio	Cf	98
carbono	C	6
cerio	Ce	58
cesio	Cs	55
cinc	Zn	30
circonio	Zr	40
cloro	Cl	17
cobalto	Co	27
cobre	Cu	29
copernicio	Cn	112
romo	Cr	24
curio	Cm	96

Elemento	Símbolo	Número atómico
darmstadtio	Ds	110
disprosió	Dy	66
dubnio	Db	105
einstenio	Es	99
erbio	Er	68
escandio	Sc	21
estaño	Sn	50
estroncio	Sr	38
europio	Eu	63
fermio	Fm	100
flúor	F	9
fósforo	P	15
francio	Fr	87
gadolinio	Gd	64
galio	Ga	31
germanio	Ge	32
hafnio	Hf	72
hassio	Hs	108
helio	He	2
hidrógeno	H	1
hierro	Fe	26
holmio	Ho	67
indio	In	49
iridio	Ir	77
iterbio	Yb	70
itrio	Y	39
kriptón	Kr	36
lantano	La	57
laurencio	Lr	103

Elemento	Símbolo	Número atómico
litio	Li	3
lutecio	Lu	71
magnesio	Mg	12
manganeso	Mn	25
meitnerio	Mt	109
mendelevio	Md	101
mercurio	Hg	80
molibdeno	Mo	42
neodimio	Nd	60
neón	Ne	10
neptunio	Np	93
níquel	Ni	28
niobio	Nb	41
nitrógeno	N	7
nobelio	No	102
oro	Au	79
osmio	Os	76
oxígeno	O	8
paladio	Pd	46
plata	Ag	47
platino	Pt	78
plomo	Pb	82
plutonio	Pu	94
polonio	Po	84
potasio	K	19
praseodimio	Pr	59
prometio	Pm	61

Elemento	Símbolo	Número atómico
protactinio	Pa	91
radio	Ra	88
radón	Rn	86
renio	Re	75
rodio	Rh	45
roentgenio	Rg	111
rubidio	Rb	37
rutenio	Ru	44
rutherfordio	Rf	104
samario	Sm	62
seaborgio	Sg	106
selenio	Se	34
silicio	Si	14
sodio	Na	11
talio	Tl	81
tantalio	Ta	73
tecnecio	Tc	43
teluro	Te	52
terbio	Tb	65
titanio	Ti	22
torio	Th	90
tulio	Tm	69
tungsteno	W	74
uranio	U	92
vanadio	V	23
xenón	Xe	54
yodo	I	53

6. La tabla periódica

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,01																	2 He 4,00
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01														8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31												14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,90
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,96	43 Tc (98)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 † La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,20	83 Bi 208,98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 ‡ Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Uut (286)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)
			†	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	
			‡	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)	

Número atómico
Elemento
Masa atómica
relativa

10. Longitud de enlaces covalentes

Enlaces simples (10^{-12} m = pm)

	Br	C	Cl	F	H	I	N	O	P	S	Si
Br	228	194	214	176	141	247	214		220	227	216
C	194	154	177	138	108	214	147	143	184	182	185
Cl	214	177	199	163	128	232	197	170	203	199	202
F	176	138	163	142	92	257	136	142	154	158	156
H	141	108	128	92	74	160	101	97	142	134	148
I	247	214	232	257	160	267			247		243
N	214	147	197	136	101		146	136		175	174
O		143	170	142	97		136	148	154	161	163
P	220	184	203	154	142	247		154	221	210	
S	227	182	199	158	134		175	161	210	205	215
Si	216	185	202	156	148	243	174	163		215	232

Enlaces múltiples (10^{-12} m = pm)

C=C 134	C≡N 116	N≡N 110
C≡C 120	C=O 122	N=O 114
C=C 140 (en el benceno)	C=S 156	O=O 121
C=N 130	N=N 125	S=S 189

11. Entalpías de enlace y entalpías medias de enlace a 298 K

Enlaces simples (kJ mol^{-1})

	Br	C	Cl	F	H	I	N	O	P	S	Si
Br	193	285	219	249	366	178		201	264	218	330
C	285	346	324	492	414	228	286	358	264	289	307
Cl	219	324	242	255	431	211	192	206	322	271	400
F	249	492	255	159	567	280	278	191	490	327	597
H	366	414	431	567	436	298	391	463	322	364	323
I	178	228	211	280	298	151		201	184		234
N		286	192	278	391		158	214			
O	201	358	206	191	463	201	214	144	363		466
P	264	264	322	490	322	184		363	198		
S	218	289	271	327	364					266	293
Si	330	307	400	597	323	234		466		293	226

Enlaces múltiples (kJ mol^{-1})

C=C 614	C≡N 890	N≡N 945
C≡C 839	C=O 804	N=O 587
C=C 507 (en el benceno)	C=S 536	O=O 498
C=N 615	N=N 470	S=S 429

12. Datos termodinámicos de compuestos seleccionados

Sustancia	Fórmula	Estado	ΔH_f^\ominus (kJ mol ⁻¹)	ΔG_f^\ominus (kJ mol ⁻¹)	S^\ominus (JK ⁻¹ mol ⁻¹)
metano	CH ₄	g	-74,0	-50,0	+186
etano	C ₂ H ₆	g	-84,0	-32,0	+230
propano	C ₃ H ₈	g	-105	-24,0	+270
butano	C ₄ H ₁₀	g	-126	-17,0	+310
pentano	C ₅ H ₁₂	l	-173		
hexano	C ₆ H ₁₄	l	-199		
eteno	C ₂ H ₄	g	+52,0	+68,0	+220
propeno	C ₃ H ₆	g	+20,0	+62,0	+267
1-buteno	C ₄ H ₈	g	+0,10	+71,0	+306
<i>cis</i> -2-buteno	C ₄ H ₈	g	-7,0	+66,0	+301
<i>trans</i> -2-buteno	C ₄ H ₈	g	-11,0	+63,0	+297
etino	C ₂ H ₂	g	+228	+211	+201
propino	C ₃ H ₄	g	+185	+194	+248
1,3-butadieno	C ₄ H ₆	g	+110	+151	+279
ciclohexano	C ₆ H ₁₂	l	-156		
benceno	C ₆ H ₆	l	+49,0	+125	+173
metilbenceno	C ₆ H ₅ CH ₃	l	+12,0		
etilbenceno	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃	l	-12,0		
fenileteno	C ₆ H ₅ CHCH ₂	l	+104		
clorometano	CH ₃ Cl	g	-82,0	-58,0	+235
diclorometano	CH ₂ Cl ₂	l	-124		+178
tricloroetano	CHCl ₃	l	-134	-74,0	+202
bromometano	CH ₃ Br	g	-36,0	-26,0	+246
yodometano	CH ₃ I	l	-14,0		+163
cloroetano	C ₂ H ₅ Cl	g	-137	-53,0	
bromoetano	C ₂ H ₅ Br	l	-90,0	-26,0	+199
clorobenceno	C ₆ H ₅ Cl	l	+11,0		
metanol	CH ₃ OH	l	-239	-167	+127
etanol	C ₂ H ₅ OH	l	-278	-175	+161
fenol	C ₆ H ₅ OH	s	-165		+144
metanal	HCHO	g	-109	-102	+219
etanal	CH ₃ CHO	g	-166	-133	+264
propanona	(CH ₃) ₂ CO	l	-248		+200
ácido metanoico	HCOOH	l	-425	-361	+129
ácido etanoico	CH ₃ COOH	l	-484	-390	+160
ácido benzoico	C ₆ H ₅ COOH	s	-385		+168
metilamina	CH ₃ NH ₂	g	-23	+32,0	+243
agua	H ₂ O	l	-285,8	-237,1	+70,0
vapor	H ₂ O	g	-241,8	-228,6	+188,8
monóxido de carbono	CO	g	-110,5	-137,2	+197,7
dióxido de carbono	CO ₂	g	-393,5	-394,4	+213,8
bromuro de hidrógeno	HBr	g	-36,3	-53,4	+198,7
cloruro de hidrógeno	HCl	g	-92,3	-95,3	+186,9
fluoruro de hidrógeno	HF	g	-273,3	-275,4	+173,8
yoduro de hidrógeno	HI	g	+26,5	+1,7	+206,6

13. Entalpías de combustión

Los valores de las entalpías molares de combustión (ΔH_c°) de la siguiente tabla se refieren a la temperatura de 298 K y a la presión de $1,00 \times 10^5$ Pa.

Sustancia	Fórmula	Estado	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
hidrógeno	H ₂	g	-286
azufre	S	s	-297
carbón (grafito)	C	s	-394
monóxido de carbono	CO	g	-283
metano	CH ₄	g	-891
etano	C ₂ H ₆	g	-1561
propano	C ₃ H ₈	g	-2219
butano	C ₄ H ₁₀	g	-2878
pentano	C ₅ H ₁₂	l	-3509
hexano	C ₆ H ₁₄	l	-4163
octano	C ₈ H ₁₈	l	-5470
ciclohexano	C ₆ H ₁₂	l	-3920
eteno	C ₂ H ₄	g	-1411
1,3-butadieno	C ₄ H ₆	g	-2541
etino	C ₂ H ₂	g	-1301
benceno	C ₆ H ₆	l	-3268
metilbenceno	C ₆ H ₅ CH ₃	l	-3910
naftaleno	C ₁₀ H ₈	s	-5156
cloroetano	C ₂ H ₅ Cl	g	-1413
yodoetano	C ₂ H ₅ I	l	-1463
triclorometano	CHCl ₃	l	-473
metanol	CH ₃ OH	l	-726
etanol	C ₂ H ₅ OH	l	-1367

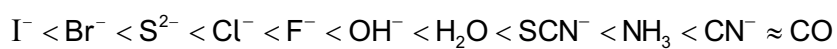
Sustancia	Fórmula	Estado	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
1-propanol	C ₃ H ₇ OH	l	-2021
1-butanol	C ₄ H ₉ OH	l	-2676
ciclohexanol	C ₆ H ₁₁ OH	s	-3728
fenol	C ₆ H ₅ OH	s	-3053
etoxietano	(C ₂ H ₅) ₂ O	l	-2724
metanal	HCHO	g	-571
etanal	CH ₃ CHO	g	-1167
benzaldehído	C ₆ H ₅ CHO	l	-3525
propanona	(CH ₃) ₂ CO	l	-1790
3-pentanona	(C ₂ H ₅) ₂ CO	l	-3100
feniletanona	CH ₃ COC ₆ H ₅	l	-4149
ácido metanoico	HCOOH	l	-255
ácido etanoico	CH ₃ COOH	l	-874
ácido benzoico	C ₆ H ₅ COOH	s	-3228
ácido etanodioico	(COOH) ₂	s	-243
etanoato de etilo	CH ₃ COOC ₂ H ₅	l	-2238
etanamida	CH ₃ CONH ₂	s	-1186
metilamina	CH ₃ NH ₂	g	-1086
fenilamina	C ₆ H ₅ NH ₂	l	-3393
nitrobenceno	C ₆ H ₅ NO ₂	l	-3088
urea	CO(NH ₂) ₂	s	-633
glucosa	C ₆ H ₁₂ O ₆	s	-2803
sacarosa	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	s	-5640

14. Estados de oxidación comunes de los iones 3d

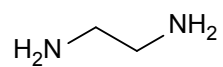
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
								+1	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3			
	+4	+4		+4					
		+5							
			+6	+6					
				+7					

15. Serie espectroquímica

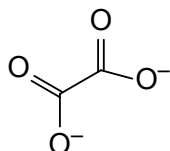
En una serie espectroquímica, los ligandos se pueden ordenar de acuerdo con la diferencia de energía que producen entre los dos conjuntos de orbitales d en un complejo octaédrico.



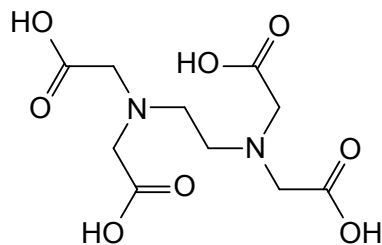
16. Ligandos



1,2-etanodiamina

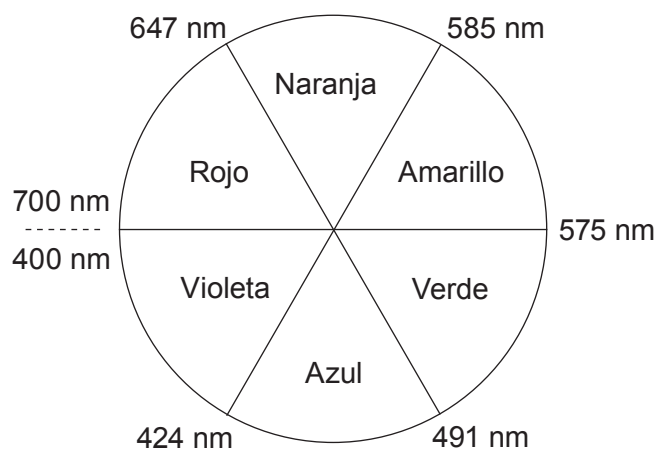


etanodioato



EDTA

17. Círculo cromático



18. Entalpías de red a 298 K (valores experimentales)

Los valores de entalpía de red ($\Delta H_{\text{red}}^{\ominus}$) dados se refieren al proceso endotérmico $M_aX_b(s) \rightarrow aM^{b+}(g) + bX^{a-}(g)$ en el que los iones gaseosos de un cristal se separan entre sí hasta una distancia infinita.

Valores experimentales

Los datos de esta tabla son valores experimentales obtenidos por medio de un ciclo de Born–Haber adecuado.

Haluros de metales alcalinos	$\Delta H_{\text{red}}^{\ominus} (\text{kJ mol}^{-1})$			
	F	Cl	Br	I
Li	1049	864	820	764
Na	930	790	754	705
K	829	720	691	650
Rb	795	695	668	632
Cs	759	670	647	613

Otras sustancias	$\Delta H_{\text{red}}^{\ominus} (\text{kJ mol}^{-1})$
CaF ₂	2651
BeCl ₂	3033
MgCl ₂	2540
CaCl ₂	2271
SrCl ₂	2170
BaCl ₂	2069
MgO	3791
CaO	3401

Otras sustancias	$\Delta H_{\text{red}}^{\ominus} (\text{kJ mol}^{-1})$
SrO	3223
BaO	3054
CuCl ₂	2824
AgF	974
AgCl	918
AgBr	905
AgI	892

19. Entalpías de soluciones acuosas

Soluto	$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$ (kJ mol ⁻¹)	Soluto	$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$ (kJ mol ⁻¹)
NH ₄ Cl	+14,78	KCl	+17,22
NH ₄ NO ₃	+25,69	KBr	+19,87
LiF	+4,73	KI	+20,33
LiCl	-37,03	RbF	-26,11
LiBr	-48,83	RbCl	+17,28
LiI	-63,30	RbBr	+21,88
NaF	+0,91	RbI	+25,10
NaCl	+3,88	CsF	-36,86
NaBr	-0,60	CsCl	+17,78
NaI	-7,53	CsBr	+25,98
KF	-17,73	CsI	+33,35

20. Entalpías de hidratación

Cationes	$\Delta H_{\text{hid}}^{\ominus}$ (kJ mol ⁻¹)	Aniones	$\Delta H_{\text{hid}}^{\ominus}$ (kJ mol ⁻¹)
Li ⁺	-538	F ⁻	-504
Na ⁺	-424	Cl ⁻	-359
K ⁺	-340	Br ⁻	-328
Rb ⁺	-315	I ⁻	-287
Cs ⁺	-291	ClO ₃ ⁻	-331
Be ²⁺	-2524	BrO ₃ ⁻	-358
Mg ²⁺	-1963	IO ₃ ⁻	-446
Ca ²⁺	-1616	ClO ₄ ⁻	-205
Sr ²⁺	-1483	OH ⁻	-519
Ba ²⁺	-1346	CN ⁻	-341
Ra ²⁺	-1335	NO ₃ ⁻	-316
Al ³⁺	-4741	HCO ₃ ⁻	-383
Ga ³⁺	-4745	CO ₃ ²⁻	-1486
In ³⁺	-4171	HSO ₄ ⁻	-362
Tl ³⁺	-4163	SO ₄ ²⁻	-1099
Tl ⁺	-346	PO ₄ ³⁻	-2921
Sn ²⁺	-1587		
Pb ²⁺	-1523		

21. Fuerza de ácidos y bases orgánicos

Los valores de la fuerza de los ácidos de las siguientes tablas se expresan en función de pK_a , donde $pK_a = -\log_{10} K_a$. Los valores de las constantes de disociación, K_a , corresponden a soluciones acuosas a 298 K.

Los valores de la fuerza de las bases se dan en función de los valores de pK_b .

Ácidos carboxílicos

Nombre	Fórmula	pK_a
metanoico	HCOOH	3,75
etanoico	CH ₃ COOH	4,76
propanoico	CH ₃ CH ₂ COOH	4,87
butanoico	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	4,83
2-metilpropanoico	(CH ₃) ₂ CHCOOH	4,84
pentanoico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	4,83
2,2-dimetilpropanoico	(CH ₃) ₃ CCOOH	5,03
benzoico	C ₆ H ₅ COOH	4,20
feniletanoico	C ₆ H ₅ CH ₂ COOH	4,31

Ácidos carboxílicos halogenados

Nombre	Fórmula	pK_a
cloroetanoico	CH ₂ ClCOOH	2,87
dicloroetanoico	CHCl ₂ COOH	1,35
tricloroetanoico	CCl ₃ COOH	0,66
fluoroetanoico	CH ₂ FCOOH	2,59
bromoetanoico	CH ₂ BrCOOH	2,90
yodoetanoico	CH ₂ ICOOH	3,18

Fenoles

Nombre	Fórmula	pK _a
fenol	C ₆ H ₅ OH	9,99
2-nitrofenol	O ₂ NC ₆ H ₄ OH	7,23
3-nitrofenol	O ₂ NC ₆ H ₄ OH	8,36
4-nitrofenol	O ₂ NC ₆ H ₄ OH	7,15
2,4-dinitrofenol	(O ₂ N) ₂ C ₆ H ₃ OH	4,07
2,4,6-trinitrofenol	(O ₂ N) ₃ C ₆ H ₂ OH	0,42

Alcoholes

Nombre	Fórmula	pK _a
metanol	CH ₃ OH	15,5
etanol	C ₂ H ₅ OH	15,5

Aminas

Nombre	Fórmula	pK _b
amoníaco	NH ₃	4,75
metilamina	CH ₃ NH ₂	3,34
etilamina	CH ₃ CH ₂ NH ₂	3,35
dimetilamina	(CH ₃) ₂ NH	3,27
trimetilamina	(CH ₃) ₃ N	4,20
dietilamina	(C ₂ H ₅) ₂ NH	3,16
trietilamina	(C ₂ H ₅) ₃ N	3,25
fenilamina	C ₆ H ₅ NH ₂	9,13

22. Indicadores ácido-base

Indicador	pK_a	Intervalo de pH	Cambio de color	
			Acido	Alcalino
naranja de metilo	3,7	3,1–4,4	rojo	amarillo
azul de bromofenol	4,2	3,0–4,6	amarillo	azul
verde de bromocresol	4,7	3,8–5,4	amarillo	azul
rojo de metilo	5,1	4,4–6,2	rojo	amarillo
azul de bromotimol	7,0	6,0–7,6	amarillo	azul
rojo de fenol	7,9	6,8–8,4	amarillo	rojo
fenolftaleína	9,6	8,3–10,0	incoloro	rosa

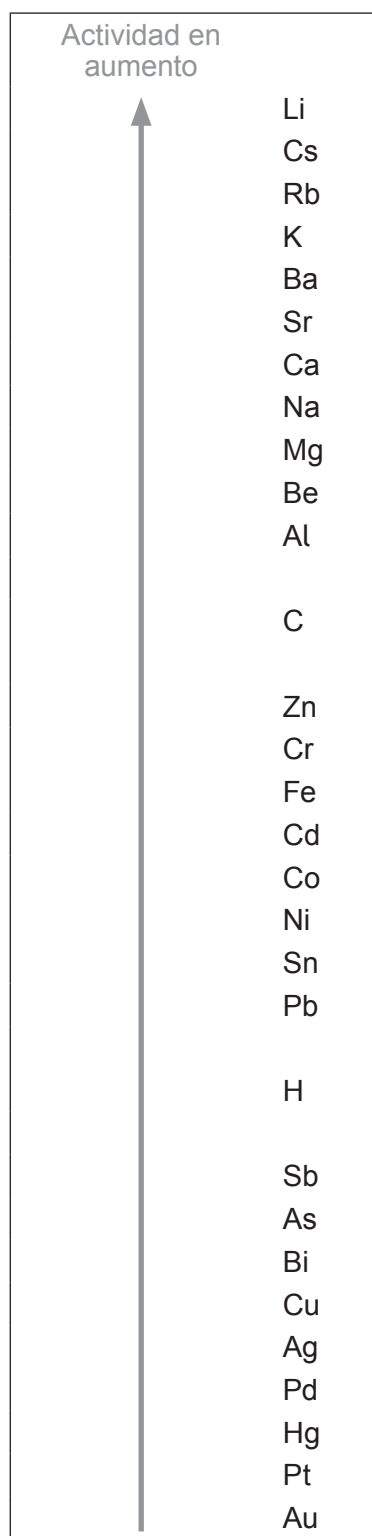
23. Constante de ionización del agua a diferentes temperaturas

Temperatura (° C)	Valor de K_w
0	$0,113 \times 10^{-14}$
5	$0,185 \times 10^{-14}$
10	$0,292 \times 10^{-14}$
15	$0,453 \times 10^{-14}$
20	$0,684 \times 10^{-14}$
25	$1,00 \times 10^{-14}$
30	$1,47 \times 10^{-14}$
35	$2,09 \times 10^{-14}$
40	$2,92 \times 10^{-14}$
45	$4,02 \times 10^{-14}$
50	$5,43 \times 10^{-14}$
55	$7,24 \times 10^{-14}$
60	$9,55 \times 10^{-14}$
65	$12,4 \times 10^{-14}$
70	$15,9 \times 10^{-14}$
75	$20,1 \times 10^{-14}$
80	$25,2 \times 10^{-14}$
85	$31,3 \times 10^{-14}$
90	$38,3 \times 10^{-14}$
95	$46,6 \times 10^{-14}$
100	$56,0 \times 10^{-14}$

24. Potenciales estándar de electrodo a 298 K

Especies oxidadas	↔	Especies reducidas	E^\ominus (V)
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Li}(\text{s})$	-3,04
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{K}(\text{s})$	-2,93
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Ca}(\text{s})$	-2,87
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^-$	↔	$\text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Mn}(\text{s})$	-1,18
$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{e}^-$	↔	$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	-0,83
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Fe}(\text{s})$	-0,45
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Ni}(\text{s})$	-0,26
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Cu}^+(\text{aq})$	+0,15
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+0,17
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$	↔	$2\text{OH}^-(\text{aq})$	+0,40
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Cu}(\text{s})$	+0,52
$\frac{1}{2}\text{I}_2(\text{s}) + \text{e}^-$	↔	$\text{I}^-(\text{aq})$	+0,54
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0,77
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{l}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Br}^-(\text{aq})$	+1,09
$\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	↔	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,23
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^-$	↔	$2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,36
$\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{e}^-$	↔	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	+1,36
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^-$	↔	$\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,51
$\frac{1}{2}\text{F}_2(\text{g}) + \text{e}^-$	↔	$\text{F}^-(\text{aq})$	+2,87

25. Serie de actividades



26. Datos infrarrojos

Valores característicos de absorción infrarroja debida a las vibraciones de tensión en moléculas orgánicas.

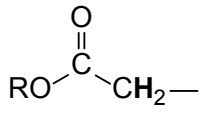
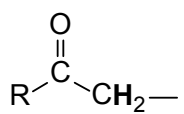
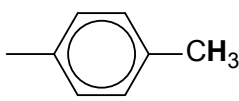
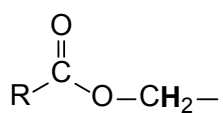
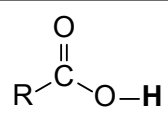
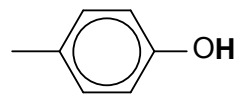
Enlace	Moléculas orgánicas	Número de onda (cm^{-1})	Intensidad
C-I	yodoalcanos	490–620	fuerte
C-Br	bromoalcanos	500–600	fuerte
C-Cl	cloroalcanos	600–800	fuerte
C-F	fluoroalcanos	1000–1400	fuerte
C-O	alcoholes, ésteres, éteres	1050–1410	fuerte
C=C	alquenos	1620–1680	media-débil; bandas múltiples
C=O	aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres	1700–1750	fuerte
C≡C	alquinos	2100–2260	variable
O-H	ácidos carboxílicos (con enlace de hidrógeno)	2500–3000	fuerte, muy amplia
C-H	alcanos, alquenos, arenos	2850–3090	fuerte
O-H	alcoholes y fenoles (con enlace de hidrógeno)	3200–3600	fuerte, amplia
N-H	aminas primarias	3300–3500	media, dos bandas


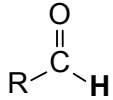
27. Datos de RMN de ^1H

Valores característicos de desplazamiento químico de protones (δ) relativo al tetrametilsilano (TMS) = 0.

R representa un grupo alquilo y Hal representa F, Cl, Br, o I.

Estos valores pueden variar en diferentes solventes y condiciones.

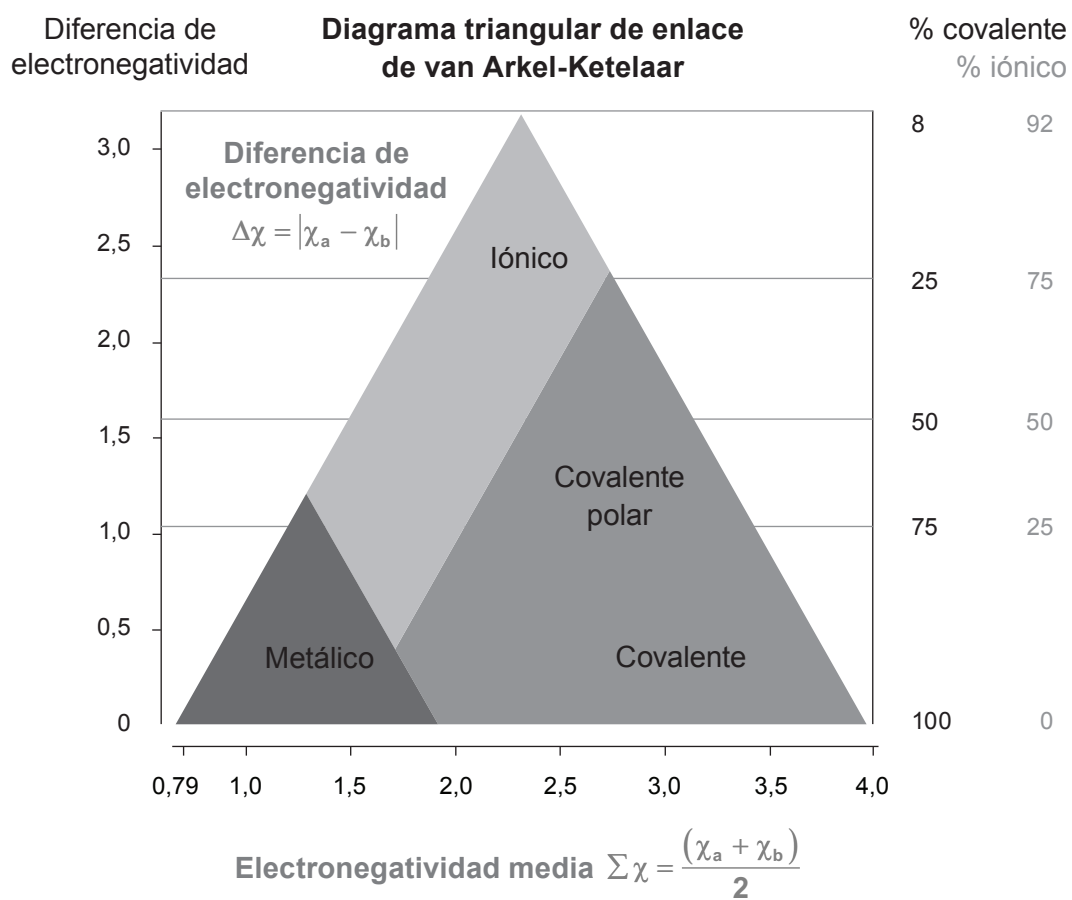
Tipo de protón	Desplazamiento químico (ppm)
$-\text{CH}_3$	0,9–1,0
$-\text{CH}_2\text{R}$	1,3–1,4
$-\text{CHR}_2$	1,5
	2,0–2,5
	2,2–2,7
	2,5–3,5
$-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	1,8–3,1
$-\text{CH}_2-\text{Hal}$	3,5–4,4
$\text{R}-\text{O}-\text{CH}_2-$	3,3–3,7
	3,7–4,8
	9,0–13,0
$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	1,0–6,0
$-\text{CH}=\text{CH}_2$	4,5–6,0
	4,0–12,0

Tipo de protón	Desplazamiento químico (ppm)
	6,9–9,0
	9,4–10,0








28. Pérdida de masa de fragmentos espectrales

Pérdida de masa	Fragmento perdido
15	CH ₃
17	OH
18	H ₂ O
28	CH ₂ =CH ₂ , C=O
29	CH ₃ CH ₂ , CHO
31	CH ₃ O
45	COOH

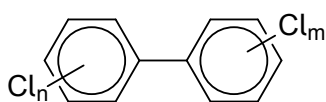
29. Diagrama triangular de enlaces



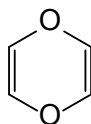
30. Códigos de identificación de resinas

Código de identificación de la resina (RIC)	Tipos de plástico	Código de identificación de la resina (RIC)	Tipos de plástico
 PETE	polieteno tereftalato	 PP	polipropileno
 HDPE	polieteno de alta densidad	 PS	poliestireno
 PVC	policloruro de vinilo	 OTROS	otros
 LDPE	polieteno de baja densidad		

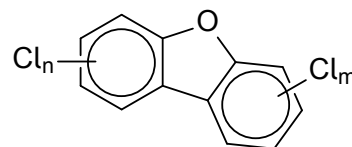
31. Representación de algunas moléculas para materiales



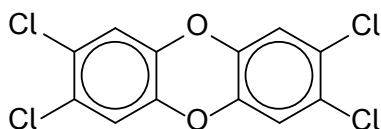
bifenilos policlorados



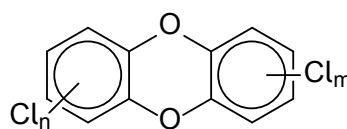
1,4-dioxina



dibenzofurano policlorado



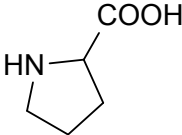
2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxina



p-dibenzodioxina policlorada

32. Constantes de producto de solubilidad a 298 K

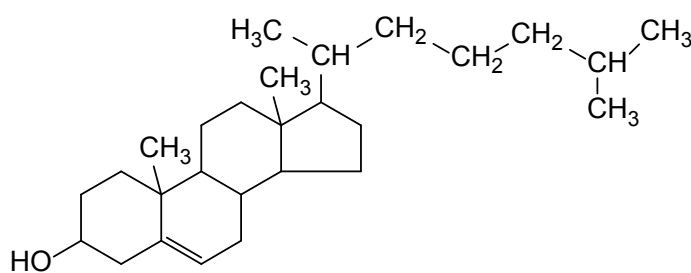
Compuesto	K_{ps}
BaCO ₃	$2,58 \times 10^{-9}$
Ba(OH) ₂ · 8H ₂ O	$2,55 \times 10^{-4}$
BaSO ₄	$1,08 \times 10^{-10}$
CdCO ₃	$1,0 \times 10^{-12}$
Cd(OH) ₂	$7,2 \times 10^{-15}$
PbCO ₃	$7,40 \times 10^{-14}$
Pb(OH) ₂	$1,43 \times 10^{-20}$
PbSO ₄	$2,53 \times 10^{-8}$
Hg ₂ CO ₃	$3,6 \times 10^{-17}$
Hg ₂ SO ₄	$6,5 \times 10^{-7}$
NiCO ₃	$1,42 \times 10^{-7}$
Ni(OH) ₂	$5,48 \times 10^{-16}$
Ag ₂ CO ₃	$8,46 \times 10^{-12}$
Ag ₂ SO ₄	$1,20 \times 10^{-5}$
ZnCO ₃	$1,46 \times 10^{-10}$
Zn(OH) ₂	$3,0 \times 10^{-17}$

Nombre común	Símbolo	Fórmula estructural	pH del punto isoelectrico
lisina	Lys	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \end{array}$	9,7
metionina	Met	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$	5,7
fenilalanina	Phe	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	5,5
prolina	Pro		6,3
serina	Ser	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	5,7
treonina	Thr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	5,6
triptofano	Trp	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{Indole ring} \end{array}$	5,9
tirosina	Tyr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	5,7
valina	Val	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	6,0

34. Lípidos, hidratos de carbono y componentes de nucleótidos

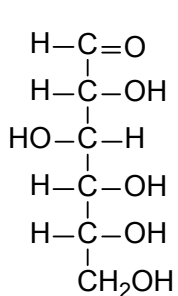
Lípidos

Ácido octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Ácido láurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Ácido palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Ácido esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Ácido oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ácido linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Ácido α -linolénico	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

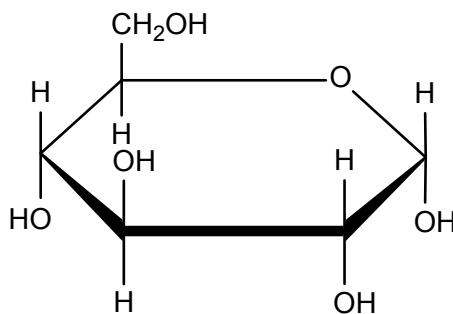


colesterol

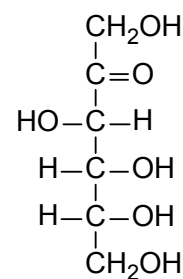
Hidratos de carbono



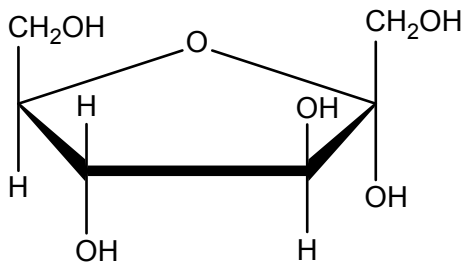
glucosa, cadena lineal



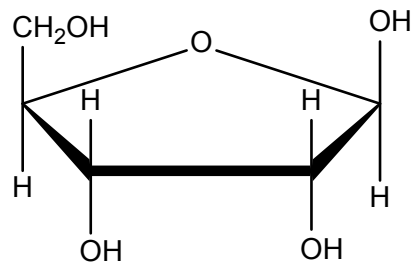
α -glucosa



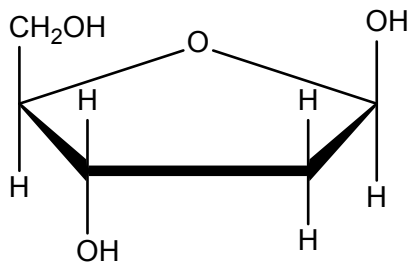
fructosa, cadena lineal



α -fructosa

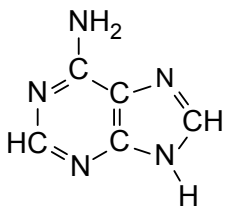


ribosa

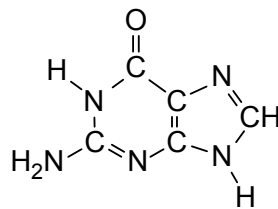


desoxiribosa

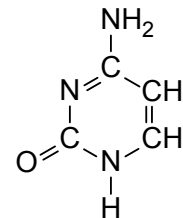
Bases nitrogenadas



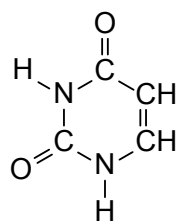
adenina



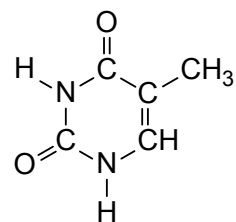
guanina



citrosina



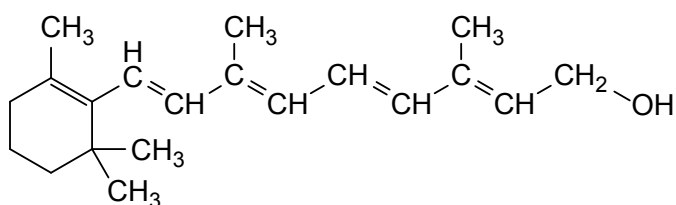
uracilo



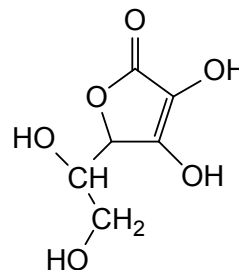
timina

35. Vitaminas y pigmentos

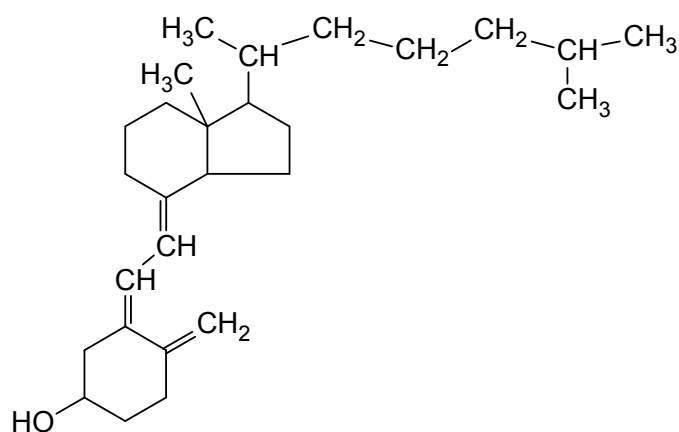
Vitaminas



retinol (vitamina A)

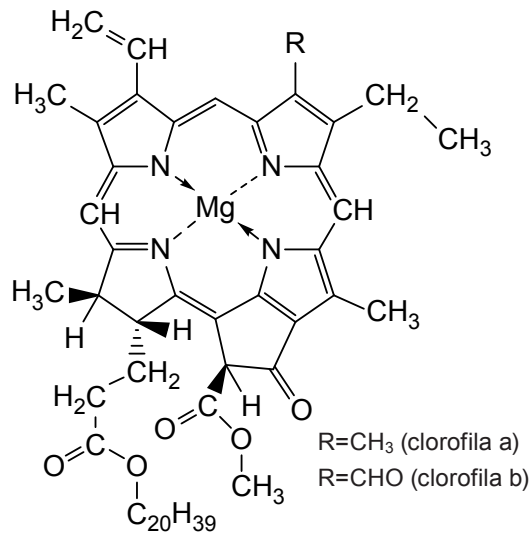


ácido ascórbico (vitamina C)

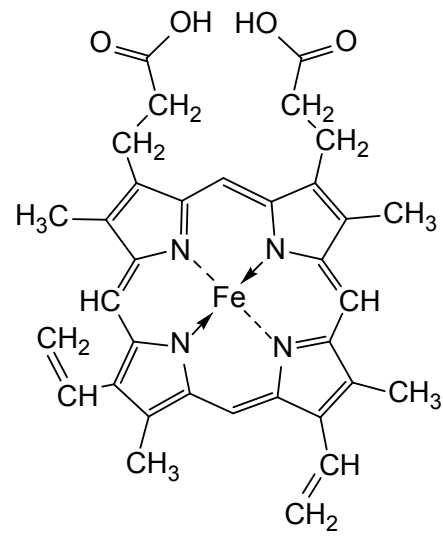


vitamina D (D3)

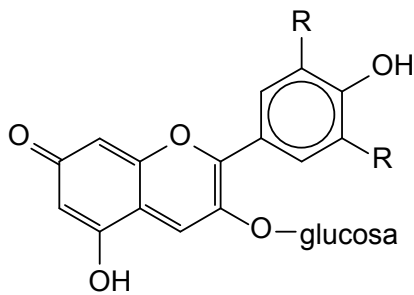
Pigmentos



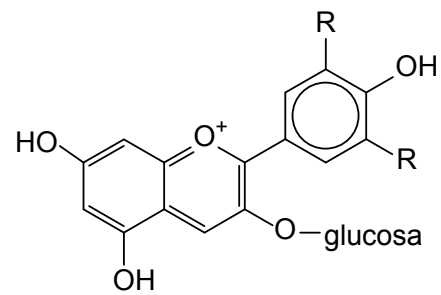
clorofila



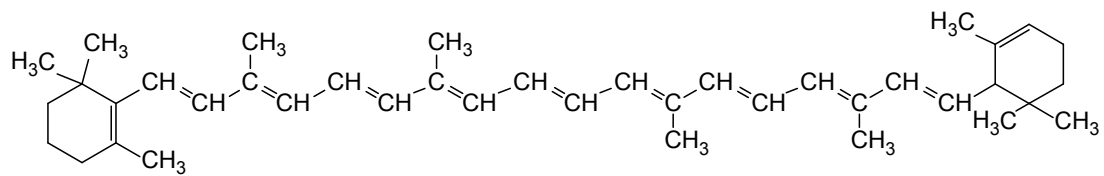
hemo B



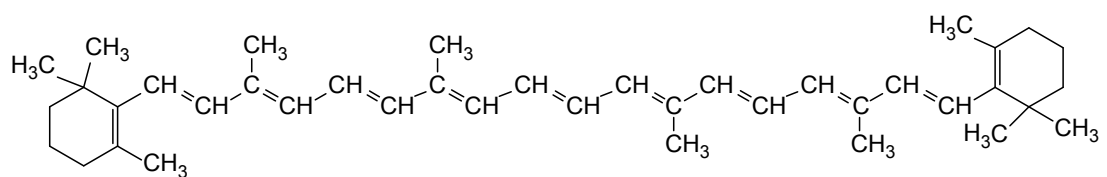
base quinoidal (azul)



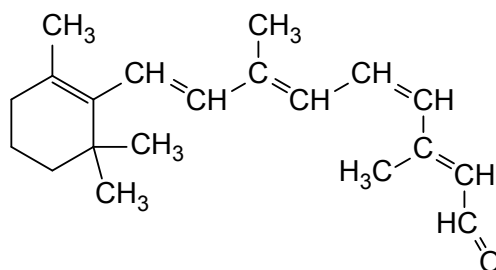
catión flavilio (rojo)



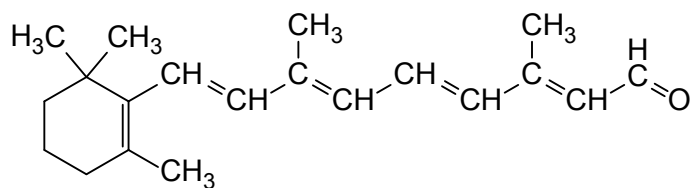
α -caroteno



β -caroteno

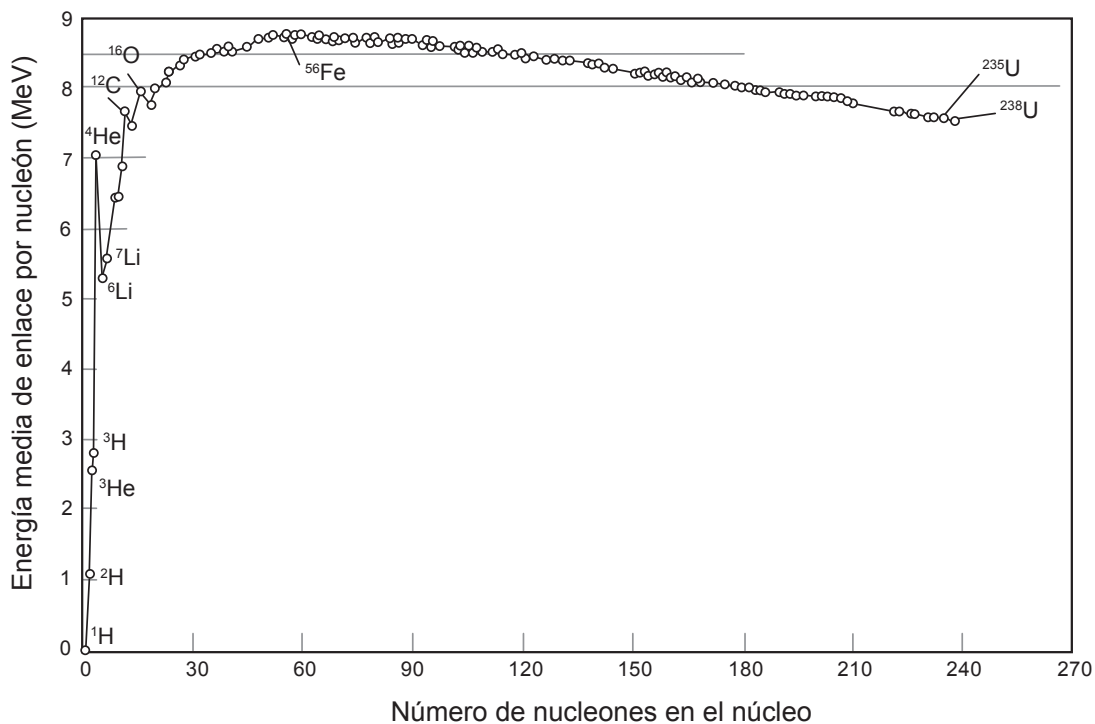


11-*cis*-retinal

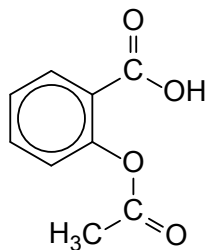


all-*trans*-retinal

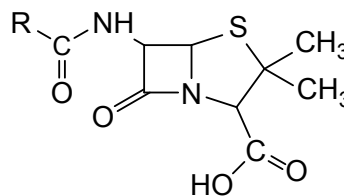
36. Curva de energía de enlace nuclear



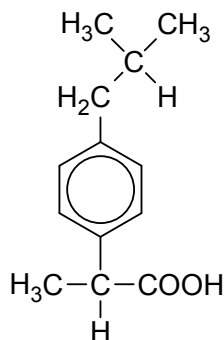
37. Representaciones de las moléculas de algunos medicamentos



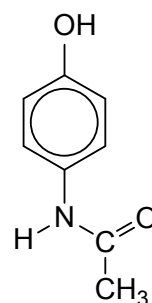
aspirina



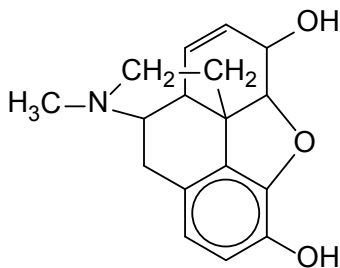
penicilina (estructura general)



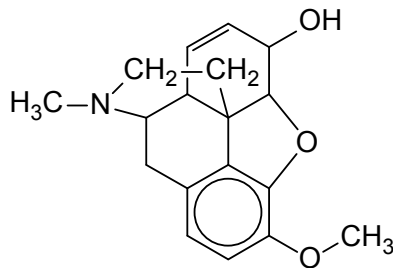
ibuprofeno



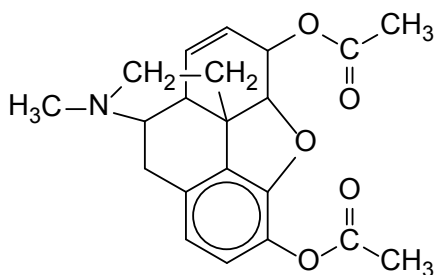
paracetamol (acetaminofeno)



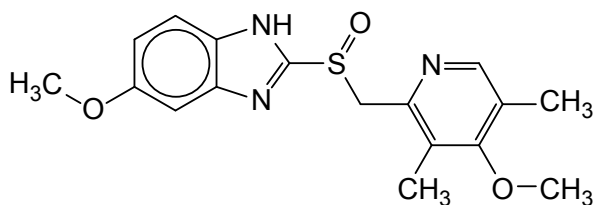
morfina



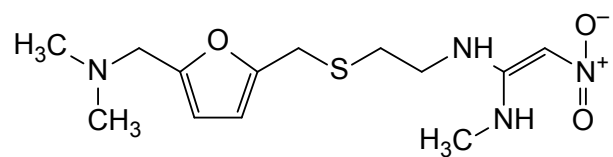
codeína



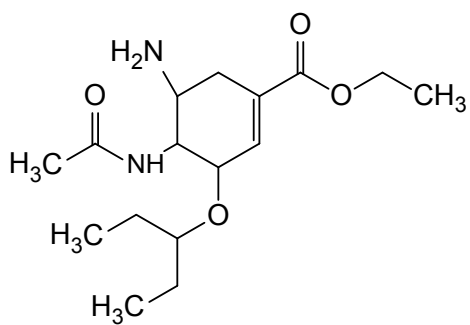
diamorfina (heroína)



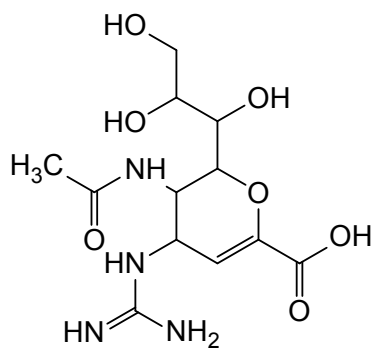
omeprazol



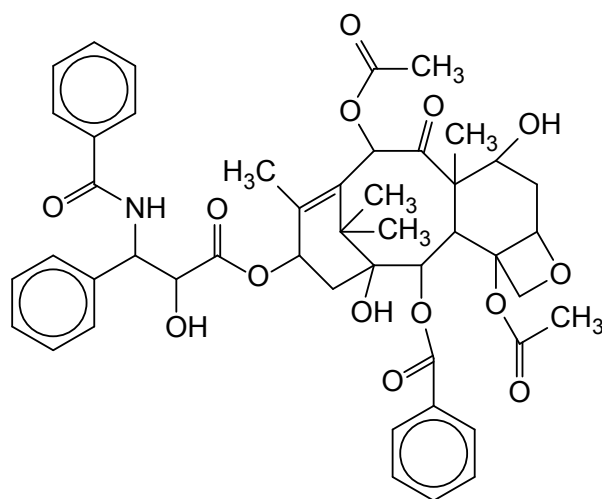
ranitidina



oseltamivir



zanamivir



taxol

38. Referencias

Los datos de las secciones 9, 10, 11, 12, 13, 22, 26 y 27 se basaron total o parcialmente en:

Aylward, G. y Findlay, T. *SI chemical data*. 5ª ed. Queensland (Australia): John Wiley & Sons, 2008.

Los datos de la sección 20 se reprodujeron con permiso de la The Royal Society of Chemistry.

Barret, J.; et al. *Inorganic chemistry in aqueous solution*. Londres (Reino Unido): Royal Society of Chemistry, 2003.

Los datos de la sección 13 se basaron parcialmente en:

Burgess, D. R. "Thermochemical Data". *NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database. Number 69* [en línea]. <<http://webbook.nist.gov> >

Los datos de las secciones 7, 8, 9, 12, 13, 18, 19, 21, 23, 24, 28, 32 y 33 se basaron total o parcialmente en:

Haynes, W. M. (ed.). *CRC Handbook of chemistry and physics*. 93ª ed. Boca Raton (EE. UU.): CRC press, 2012.

Los datos de la sección 29 se pueden encontrar en la siguiente fuente:

Leach, M. R. *Timeline of structural theory* [en línea]. <http://www.meta-synthesis.com/webbook/30_timeline/timeline.html>. [Consulta: 4 de enero de 2013]